

# ИНСТРУКЦИЯ

## по сборке и эксплуатации синтезатора частоты с LCD дисплеем

### Общая информация

Синтезатор предназначен для работы в составе самодельных устройств (радиоприемников, радиопередатчиков или трансиверов). Так же возможна замена аналоговых ГПД в старых конструкциях, на данный синтезатор. Синтезатор представляет собой печатную плату с установленными с двух сторон модулями и дискретными элементами.

Основными компонентами являются модули Arduino Nano, синтезатор на базе SI5351 и дисплей LCD1602. Применение распространенных модулей, позволяет использовать на данной аппаратной платформе различные варианты программного обеспечения.

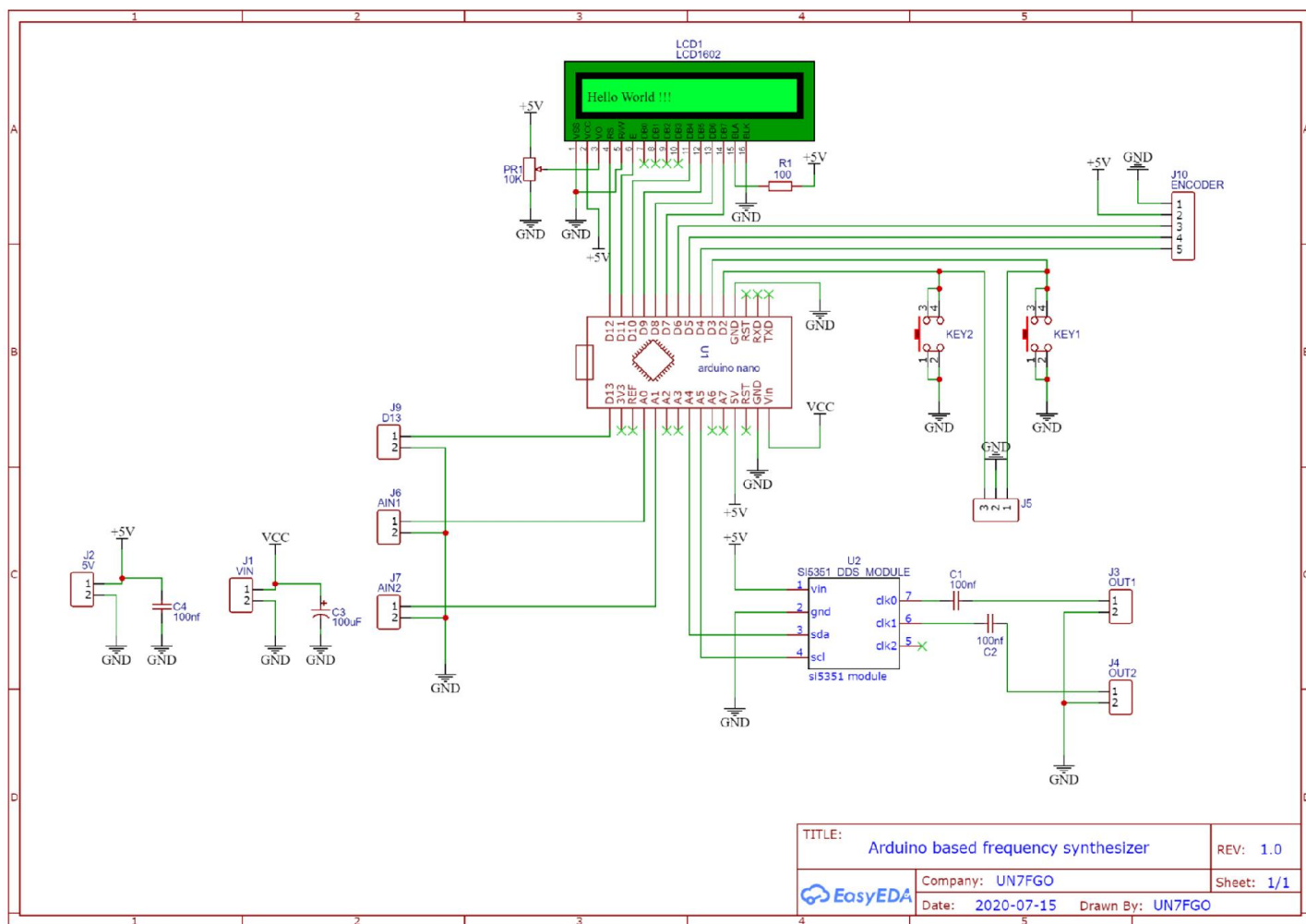
Параметры выходного сигнала синтезатора, определяются используемым модулем SI5351. Напряжение выходного сигнала, около 2,5 вольт, максимальный выходной ток около 4 мА.

Последняя версия программного обеспечения, предоставляемого автором данного проекта, доступна по адресу - [https://github.com/UN7FGO/VFO\\_NANO\\_LCD\\_SI5351](https://github.com/UN7FGO/VFO_NANO_LCD_SI5351). Исходный код программного обеспечения предоставляется по лицензии GPL-3.0 и может быть использован в любых проектах, с учетом требований лицензии.

Для сборки необходимо использовать паяльник подходящей мощности, флюс и свинцово-оловянный припой.



## Схема электрическая принципиальная.



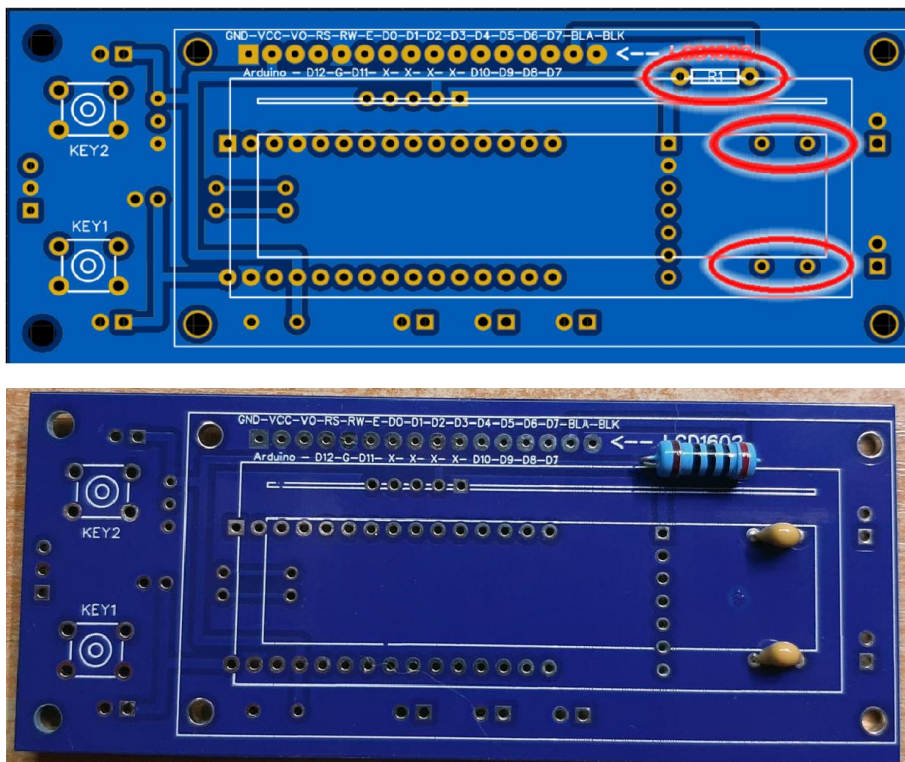
### Состав набора для сборки.

№	Наименование и обозначение на схеме	Номинал	Количество
<b>Дискретные элементы</b>			
1	Конденсаторы C1,C2,C4	100nF	3
2	Конденсатор C3	100uF	1
3	Резистор R1	100	1
4	Подстроечный резистор PR1	10K	1
5	Микроконтроллер U3	ARDUINO_NANO	1
6	Модуль синтезатора	SI5351	1
7	LCD дисплей	1602	1
8	Кнопочный выключатель	6*6*10	2
9	Энкодер	EC11	1
10	Контактные выводы	HDR-M-2.54	17
11	Шлейф для подключения энкодера		1
12	Печатная плата		1

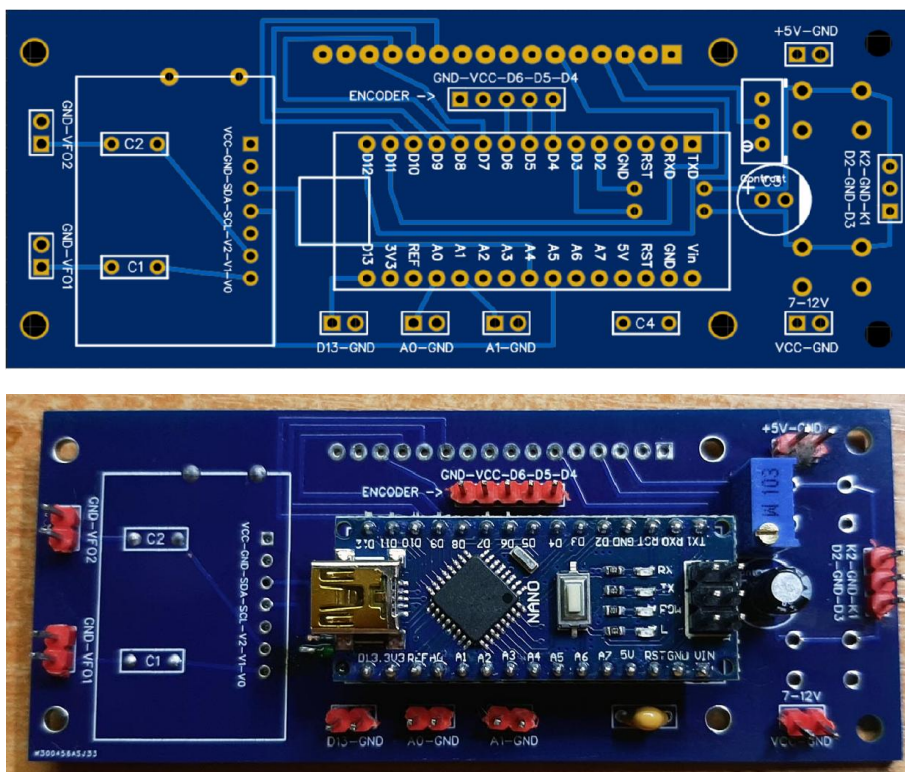
Примечание. В микроконтроллер Arduino Nano, поставляемый в наборе для сборки, уже прописана программа со всеми необходимыми настройками. В связи с чем микроконтроллер просто устанавливается на плату устройства, без необходимости его программирования. Вы можете самостоятельно загрузить в микроконтроллер другое программное обеспечение, но работоспособность устройства при этом может быть нарушена.

## На что нужно обратить внимание при сборке устройства.

Для удобства сборки, в первую очередь необходимо установить на плату и припаять резистор R1 и конденсаторы C1 и C2, разместив их на передней стороне печатной платы.



После чего удобнее распаять все разъемы и дискретные элементы с обратной стороны платы. Модуль синтезатора необходимо припаять как можно ближе к основной плате. Сильно выступающие, с обратной стороны, контакты модуля синтезатора, желательно обрезать с помощью бокорезов. Модуль микроконтроллера (Arduino Nano), наоборот, необходимо припаять к печатной плате на полную высоту контактов. Такое размещение модулей, позволит в дальнейшем, без каких-либо сложностей, менять программное обеспечение синтезатора.



В последнюю очередь к плате припаиваются кнопочные переключатели и LCD-дисплей.



**Внешний вид устройства, назначение разъемов и органов управления.**

## **Передняя панель**

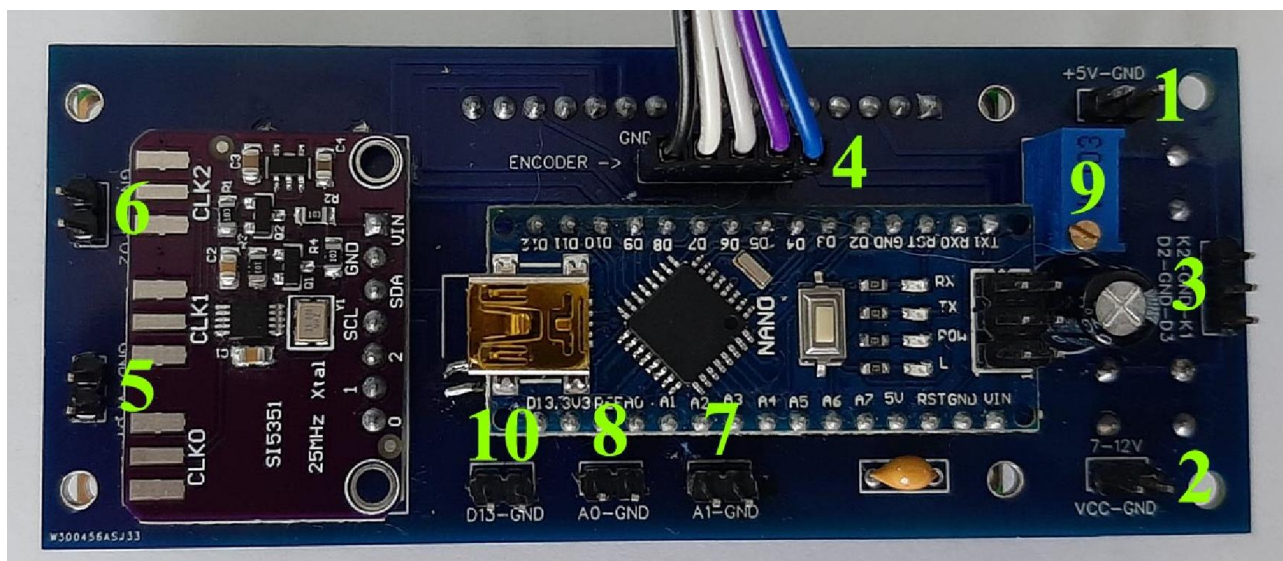


1. Кнопка циклического переключения шага перестройки частоты. Возможные значения 10, 100, 1000 и 10 000 Гц
2. Кнопка циклического переключения выбранных диапазонов.
3. Текущая частота
4. Уровень низкочастотного сигнала (S-метр)
5. Текущий шаг перестройки частоты

## **Внимание!!!**

**Внешний вид отображаемой на дисплее информации может изменяться, при использовании другой версии программного обеспечения.**

## Тыльная сторона



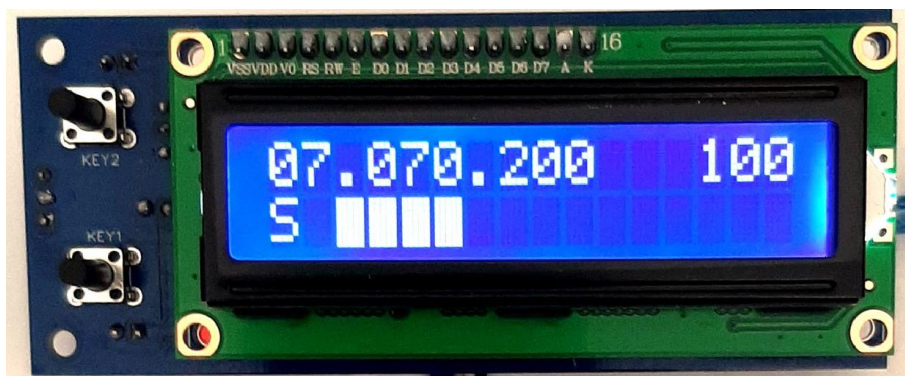
1. Контакты подключения питания устройства 5 вольт. С этих же контактов можно использовать уровень напряжения +5 вольт, например для внешнего переключателя диапазонов.
2. Контакты подключения питания устройства 7-12 вольт. При подаче питания на эти контакты, используется встроенный в Arduino Nano стабилизатор напряжения.
3. Контакты для использования внешних кнопок управления синтезатором, взамен устанавливаемых на печатную плату.
4. Контакты для подключения энкодера. Энкодер может быть как с кнопкой, так и без. Порядок контактов выполнен как на популярном модуле KY-040, но можно использовать и другие энкодеры. Порядок контактов – GND-VCC-SW-DT-CLK.
5. Контакты выхода основного синтезатора частоты – VFO.
6. Контакты выхода вспомогательного синтезатора частоты – BFO.
7. Контакты подключения внешнего переключателя диапазонов.
8. Контакты подключения источника низкочастотного сигнала для S-метра.
9. Потенциометр для регулировки контрастности LCD-дисплея.
10. Цифровой вход/выход. В версии ПО 1.3 не используется.

## Режимы работы синтезатора.

При включении питающего напряжения, синтезатор сразу начинает работать. Однако, если Вы собрали синтезатор самостоятельно и не произвели его настройку, устройство перейдет в режим конфигурирования. Выйти из этого режима будет невозможно, пока Вы не выберете хотя бы один рабочий диапазон.

### Основной режим.

В этот режим синтезатор переходит при подаче на него питающего напряжения.



На дисплее отображается текущая частота, шаг перестройки и уровень сигнала, в виде линейки из «кубиков».

Вращением энкодера можно увеличивать или уменьшать рабочую частоту.

Кнопкой KEY2 (верхняя) можно переключать шаг перестройки частоты. Шаг перестройки переключается «по кругу» и может принимать значения 10, 100, 1000 и 10 000 Гц.

Кнопкой KEY1 (нижняя) переключаются выбранные в настройках диапазоны. Диапазоны перебираются последовательно «по кругу». В случае, если у Вас в настройках включена опция EXT SW, переключение диапазонов данной кнопкой будет недоступно.

Данные кнопки можно вынести в любое удобное место конструкции, для этого на плате имеются контактные площадки. Кнопки должны замыкать свой проводник на «общий провод» (GND).

Если в конструкции используется энкодер со встроенной кнопкой, то коротким нажатием кнопки энкодера можно переключать шаг перестройки частоты. Длительное нажатие кнопки энкодера (более 2 секунд) приведет к переключению диапазона. Таким образом, кнопка энкодера позволяет получить более оперативный доступ к функциям синтезатора.

Граничные частоты диапазонов выбраны таким образом, чтобы была возможность прослушивать станции некоторых ближайших вещательных КВ диапазонов.

№ п/п	Диапазон	Нижняя частота, кГц	Верхняя частота, кГц
1	160 метров	1 500	2 500
2	80 метров	3 000	4 000
3	40 метров	5 500	7 500
4	30 метров	9 000	12 100
5	20 метров	13 500	16 000
6	17 метров	17 500	19 500
7	15 метров	20 500	22 000
8	12 метров	24 500	26 500
9	10 метров	26 500	31 000
10	6 метров	49 000	54 000

### Режим конфигурации

В случае, если Вы хотите изменить текущие настройки синтезатора, то Вам необходимо при его включении или сбросе кнопкой «reset» на плате микроконтроллера Arduino Nano, удерживать нажатой кнопку KEY2 (верхняя кнопка на печатной плате). В результате этих действий, Вы попадете в настроечное меню синтезатора. Синтезатор имеет возможность настройки следующих параметров.

№ п/п	Название параметра	Назначение
1	160M	Включение/Выключение диапазона 160 метров
2	80M	Включение/Выключение диапазона 80 метров
3	40M	Включение/Выключение диапазона 40 метров
4	30M	Включение/Выключение диапазона 30 метров
5	20M	Включение/Выключение диапазона 20 метров
6	17M	Включение/Выключение диапазона 17 метров
7	15M	Включение/Выключение диапазона 15 метров
8	12M	Включение/Выключение диапазона 12 метров
9	10M	Включение/Выключение диапазона 10 метров
10	6M	Включение/Выключение диапазона 6 метров
11	IFFREQ	Значение используемой промежуточной частоты в Герцах. Может быть установлена в пределах от 0 Гц до 50 МГц. Для схем прямого преобразования, частота должна быть выставлена 0 Герц.
12	IFTYPE	Тип работы с частотой ПЧ. При включенном параметре (Yes) частота ПЧ всегда прибавляется к текущей частоте. При выключенном параметре (No), на частотах до 10 МГц частота ПЧ прибавляется к текущей частоте, а на частотах выше 10 МГц, частота ПЧ вычитается из текущей частоты.
13	VFOMULT	Коэффициент умножения текущей частоты, для использования в схемах прямого преобразования или в SDR трансиверах/приемниках. Коэффициент умножения может быть выставлен в пределах от 1 до 4.
14	SMETER	Коэффициент умножения уровня входного сигнала S-метра. Максимальный уровень входного сигнала, при коэффициенте 1 – 5 вольт, при коэффициенте 10 – 0.5 вольт.
15	SLAZY	Коэффициент усреднения считываемых данных S-метра. Может быть выставлен от 1 до 20. Данные для отображения S-метра считываются каждые 0,1 с.
16	EXTSW	Используется ли внешний переключатель диапазонов. Для возможности использования при переделке самодельных трансиверов 20-века.
17	BFO	Включение генератора опорной частоты.
18	BFOFR	Частота опорного генератора в Герцах. Может быть установлена в пределах от 100 кГц до 50 МГц.
19	PIXIE	Включение режима совместимости с трансиверами PIXIE или MICRO-80.
20	TXSH	Сдвиг частоты при переходе на передачу, в Гц. Может быть установлен в пределах от 500 до 1500 Гц
21	SHTYPE	Тип сдвига частоты. (см. описание режима)
21	SLIP	Время «залипания» режима передачи в 100 миллисекунд.

Перемещение по пунктам меню производится вращением энкодера. Перемещение происходит «по кольцу», т.е. с последнего пункта меню Вы попадете на первый или наоборот, если будете вращать энкодер в обратную сторону.





Нажатием кнопки KEY2 (верхняя) можно попасть в режим изменения параметра. В этом режиме, вращение энкодера изменяет значение параметра. Нажатие кнопки KEY2 приведет к сохранению измененного параметра, а нажатие кнопки KEY1 (нижняя), позволит выйти из редактирования, без изменения первоначального значения параметра.



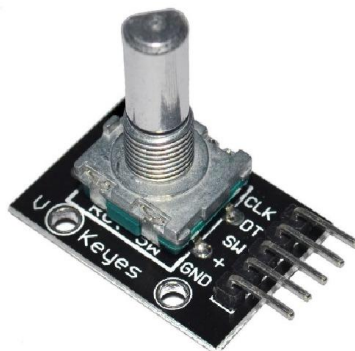
В случае корректировки больших параметров, типа значения ПЧ или опорного генератора, короткое нажатие на клавишу KEY2 позволяет перемещаться по разрядам изменяемого числа.



Изменение разряда происходит вращением энкодера. Для сохранения измененного параметра, необходимо нажать кнопку KEY2 и удерживать ее более двух секунд. Нажатие кнопки KEY1 приведет к выходу из режима редактирования, без сохранения измененного параметра.

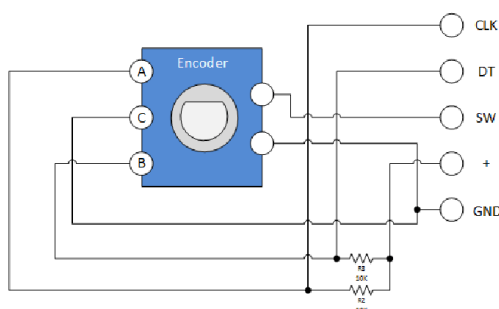
## Использование различных энкодеров.

Порядок контактов на печатной плате синтезатора сделан для удобства использования готового модуля энкодера КУ-040. В случае его использования, достаточно просто взять шлейф из пяти проводников, необходимой длины и подключить энкодер «один к одному».



При использовании энкодера с кнопкой, имеется возможность переключать шаг перестройки частоты при помощи короткого нажатия на кнопку энкодера.

В случае применения отдельно энкодера как электронного компонента или модуля с другим порядком выводов, необходимо организовать его корректное подключение к синтезатору. Ниже приведена типовая схема подключения энкодера.



Применение «подтягивающих» резисторов не обязательно, так как режим «подтяжки» соответствующих выводов микроконтроллера выполняется в программе.

Применяемый мной энкодер EC11, имеет фиксацию положений, что может показаться некоторым пользователям неудобным. В этом случае можно заменить его на энкодеры серии EC12 или EC16, в которых может отсутствовать механизм фиксации положений энкодера. Так же в данных энкодерах отсутствует механизм встроенной кнопки, в результате, шаг перестройки можно будет менять только кнопкой на панели синтезатора.

### ВНИМАНИЕ!!!

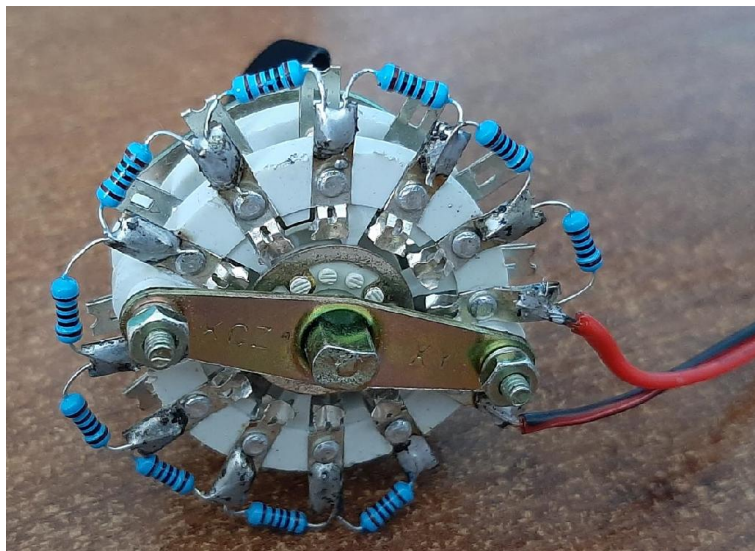
В ходе различных экспериментов было выявлено, что некоторые модули энкодеров, от китайских производителей, работают «задом наперед», т.е. у них выводы DT и CLK переставлены местами. Поэтому, если Ваш энкодер ведет себя таким образом, то просто поменяйте эти контакты между собой и все будет работать как надо.



## Подключение внешнего переключателя диапазонов.

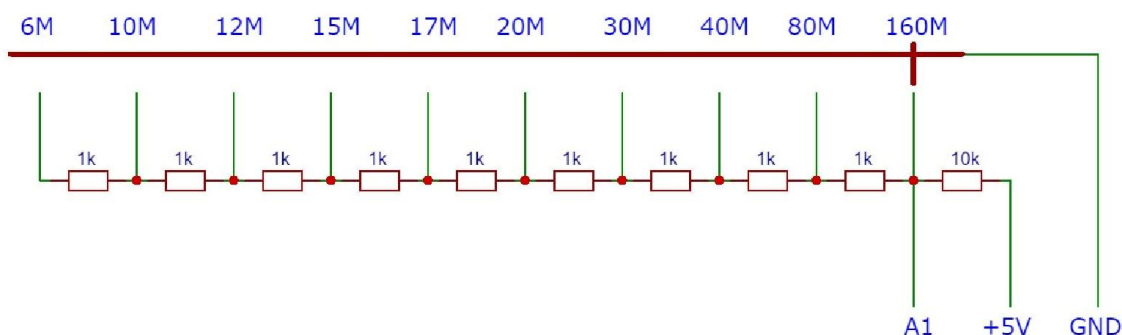
Возможно Вы захотите использовать синтезатор с уже работающим самодельным трансивером конструкции UA1FA, UW3DI или какой-то другой. В этом случае, можно будет задействовать в качестве переключателя, освободившуюся от ГПД пластину галетного переключателя.

Так же понадобится один резистор номиналом в 10 кОм и резисторы номиналом в 1 кОм, в количестве, на один меньше, чем количество переключаемых диапазонов. Резисторы в 1 кОм необходимо разместить на пластине переключателя следующим образом.



Отводы делаем от подвижного контакта (он будет соединен с «общим проводом») и от самого крайнего положения, при вращении против часовой стрелки. Эти два проводника соединяем с контактами на плате синтезатора A1-GND соответственно.

Так же, необходимо с контакт +5V, соединить через резистор номиналом 10 кОм с контактом A1 на плате синтезатора.



Пример схемы переключателя на 10 диапазонов.

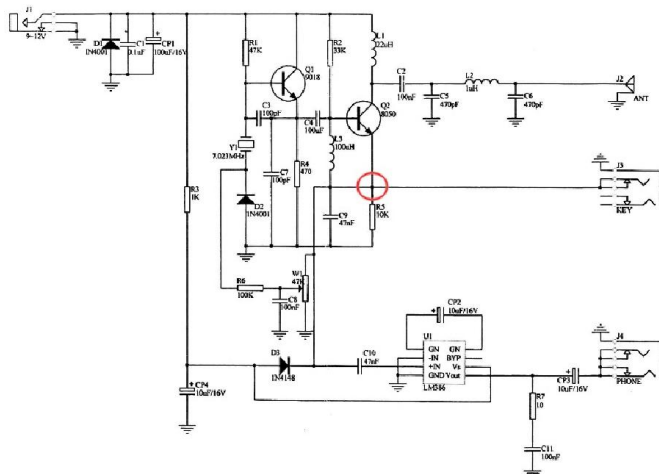
После чего останется только войти в настройки синтезатора, включить используемые в трансивере диапазоны и не забыть включить параметр EXTSW.

В этом режиме, переключение диапазонов с помощью кнопок на синтезаторе, будет невозможно.

## Режим совместимости с трансиверами типа PIXIE и MICRO-80.

Данный режим введен в программное обеспечение синтезатора после разработки печатной платы, поэтому отдельные контактные площадки для этого режима на плате не предусмотрены, но Вы можете использовать данный режим при самостоятельной сборке.

Режим использует в своей работе особенность работы трансивера PIXIE. Рассмотрим схему трансивера.



Обозначенная красным кругом точка соединений, во время работы трансивера на прием, имеет некоторый постоянный потенциал по напряжению. При нажатии на телеграфный манипулятор, мы «заземляем» данную точку, делая ее потенциал «нулевым» и меняя тем самым режим работы выходного транзистора. Этой особенностью схемы и пользуется программа синтезатора, для изменения частоты в режиме передачи.

Данную точку схемы трансивера, необходимо соединить с входом А3 микроконтроллера Arduino.

Так же для включения режима «сопровождения» режима перехода на передачу, необходимо в настройках синтезатора включить параметр PIXIE.

Параметр TX SHIFT определяет величину сдвига частоты в Герцах, т.е. на сколько Герц изменится частота синтезатора, при обнаружении перехода трансивера на передачу.

Параметр SH TYPE может принимать четыре значения, которые определяют способ применения частоты сдвига. Возможные значения:

- 1 – частота сдвига всегда прибавляется к текущей частоте
- 2 – частота сдвига всегда вычитается из текущей частоты
- 3 – при текущей частоте выше 10 МГц, частота сдвига вычитается из текущей частоты, при меньшем значении текущей частоты, частота сдвига прибавляется к текущей частоте.
- 4 – при текущей частоте выше 10 МГц, частота сдвига прибавляется к текущей частоте, при меньшем значении текущей частоты, частота сдвига вычитается из текущей частоты.

Параметр SLIP определяет время, которое синтезатор ожидает повторного перехода на передачу (нажатия телеграфного манипулятора), прежде чем изменить частоту синтезатора на частоту приема. Параметр выбранный в настройках умножается на 100 миллисекунд. Т.е. при параметре равном 3, синтезатор будет ожидать 300 миллисекунд или 0.3 секунды.



## **Дополнительные аспекты эксплуатации синтезатора.**

- Если Вы собрали синтезатор самостоятельно, то при первом включении, дисплей может оставаться пустым, не смотря на все Ваши действия. В этом случае, попробуйте настроить контрастность подстроечным резистором PR1. Обычно диапазон четкой видимости символов на дисплее не очень большой, в связи с чем и применен многооборотный подстроечный резистор.

- Если Вы хотите снизить энергопотребление синтезатора, то в качестве одного из способов, Вы можете увеличить сопротивление резистора R1, тем самым снизив яркость подсветки дисплея и сократив потребляемый подсветкой ток. Так же можно заменить резистор R1 тумблером, выключающим подсветку дисплея, когда она не нужна.

- Если Вы не планируете использовать S-метр, то желательно замкнуть его вход перемычкой, поскольку при наличии паразитных наводок, он будет показывать на дисплее недостоверную информацию случайного характера.

-